

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-230304

(P2002-230304A)

(43)公開日 平成14年8月16日(2002.8.16)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup> G 0 6 F 17/60 17/10 17/13	識別記号 2 3 4 2 0 6	F I G 0 6 F 17/60 17/10 17/13	テマコト*(参考) 2 3 4 G 5 B 0 5 6 2 0 6 Z
---	------------------------	--	--

審査請求 有 請求項の数15 O.L (全 17 頁)

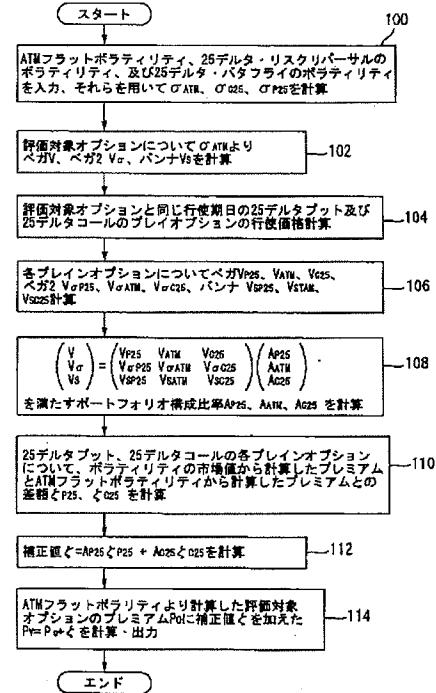
(21)出願番号 特願2001-195245(P2001-195245)	(71)出願人 598049322 株式会社東京三菱銀行 東京都千代田区丸の内2丁目7番1号
(22)出願日 平成13年6月27日(2001.6.27)	(72)発明者 水出 環 東京都千代田区丸の内2丁目7番1号 株式会社東京三菱銀行内
(31)優先権主張番号 特願2000-367606(P2000-367606)	(72)発明者 田中 久充 東京都千代田区丸の内2丁目7番1号 株式会社東京三菱銀行内
(32)優先日 平成12年12月1日(2000.12.1)	(74)代理人 100071283 弁理士 一色 健輔 (外4名)
(33)優先権主張国 日本 (JP)	F ターム(参考) BB056 BB03 BB83

(54)【発明の名称】 通貨オプションのプレミアム計算方法、通貨オプションのプレミアム計算システム、通貨オプションのプレミアムをコンピュータに計算させるためのプログラム、このプログラムを記録した記

## (57)【要約】

【課題】 従来のG Kモデルのフレームワークではプレミアムを適正に評価することが困難であった通貨オプションについて、市場値によく近似したプレミアムの値を計算する。

【解決手段】 評価対象オプション及び3種類のプレインオプションについて ATMフラットボラティリティ  $\sigma_{ATM}$  からベガ、ベガ2、バンナを計算し (S 102, S 106) 、評価対象オプション及び上記3種類のプレインオプションを組み合わせたポートフォリオのベガ、ベガ2、バンナが夫々一致するようにポートフォリオ構成比率を計算する (S 108) 。各プレインオプションについて  $\sigma_{ATM}$  から計算したプレミアムとボラティリティ市場値から計算したプレミアムとの間の差額を計算し (S 110) 、この差額の上記構成比率を重みとする重み付け和により、  $\sigma_{ATM}$  から計算した評価対象オプションのプレミアムを補正する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 通貨オプションを評価対象としてそのプレミアムを計算する方法であって、

ATMフラットボラティリティと、ボラティリティスマイルに関するボラティリティスマイル関連情報を取得する第1のステップと、

該取得したATMフラットボラティリティ及びボラティリティスマイル関連情報を第1の記憶手段に記憶する第2のステップと、

前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティに基づいて、前記評価対象オプションについてボラティリティに関する所定のリスクパラメータを計算してその計算結果を第2の記憶手段に記憶する第3のステップと、

前記評価対象オプションと同じ行使期日又は行使期間を有する複数の所定のプレインオプションについて、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティ及びボラティリティスマイル関連情報に基づいて計算した行使価格と、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティとに基づいて前記所定のリスクパラメータの値を計算し、その計算値を第3の記憶手段に記憶する第4のステップと、

前記第3の記憶手段に記憶された前記所定のプレインオプションについてのリスクパラメータの値に基づいて計算した、前記所定のプレインオプションを組合わせて作成したポートフォリオについての前記所定のリスクパラメータの値が、前記第2の記憶手段に記憶された前記評価対象オプションについての前記所定のリスクパラメータの値と等しくなるよう、前記ポートフォリオにおける各プレインオプションの構成比率を計算し、その計算値を第4の記憶手段に記憶する第5のステップと、

前記複数の所定のプレインオプションの夫々について、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティ及びボラティリティスマイル関連情報に基づいて、市場実勢を反映したプレミアムを計算する第6のステップと、

前記複数の所定のプレインオプションの夫々について、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティに基づいてプレミアムを計算する第7のステップと、

前記複数の所定のプレインオプションの夫々について、前記第6のステップでの計算値と、前記第7のステップでの計算値との間の差額を計算する第8のステップと、該第8のステップで計算された差額と、前記第4の記憶手段に記憶された各プレインオプションのポートフォリオ構成比率とに基づいて、前記評価対象オプションのプレミアムに関する補正值を計算する第9のステップと、

前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティに基づいて前記評価対象オプションのプレミアムを計算し、その計算値を前記第9のステップで計算し

10

20

30

40

50

た補正值により補正する第10のステップと、

該第10のステップでの補正結果を、前記評価対象オプションについてのプレミアム評価値として出力する第11のステップとを備えることを特徴とする方法。

【請求項2】 請求項1記載の方法において、前記第3及び第4のステップにおける前記所定のリスクパラメータの計算、及び、前記第6、第7及び第10のステップにおけるプレミアムの計算を、Garmann=Korhagenモデルに基づくフレームワークを用いて行うことを特徴とする方法。

【請求項3】 請求項1又は2記載の方法において、前記複数の所定のプレインオプションは、25デルタプット・プレインオプション、25デルタコール・プレインオプション、及びATMプレインオプションを含むことを特徴とする方法。

【請求項4】 請求項1乃至3のうち何れか1項記載の方法において、前記所定のリスクパラメータは、プレミアムのボラティリティによる1階微分であるベガ、プレミアムのボラティリティによる2階微分であるベガ2、及び前記ベガのスポット価格による1階微分であるバンナを含むことを特徴とする方法。

【請求項5】 請求項1乃至4のうち何れか1項記載の方法において、前記第5のステップにおける前記ポートフォリオについての前記所定のリスクパラメータの値を、前記ポートフォリオにおける各プレインオプションの構成比率を重みとする、各プレインオプションについての当該リスクパラメータの値の重み付け和として計算することを特徴とする方法。

【請求項6】 請求項1乃至5のうち何れか1項記載の方法において、前記第9のステップでは、前記補正值を、前記ポートフォリオにおける各プレインオプションの構成比率を重みとする、各プレインオプションについての前記差額の重み付け和として計算することを特徴とする方法。

【請求項7】 請求項1乃至6のうち何れか1項記載の方法において、

前記所定のプレインオプションの行使価格はデルタ値で規定されており、前記第4のステップでは、前記所定のプレインオプションのボラティリティの市場値と前記デルタ値とに基づいて、当該プレインオプションの行使価格を計算し、該計算した行使価格及び前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティに基づいて前記所定のプレインオプションについての前記所定のリスクパラメータを計算することを特徴とする方法。

【請求項8】 請求項1乃至7のうち何れか1項記載の方法において、

前記評価対象オプションが、スポットレートがバリアポイントに到達するとオプションが消滅又は発生するバリア系オプションである場合に、前記評価対象オプションの行使期日までにスポットレートが当該バリアポイント

へ到達する可能性に応じた第2の補正值を計算し、前記第10のステップでは、前記ATMフラットボラティリティに基づくプレミアム計算値を前記補正值及び前記第2の補正值により補正することを特徴とする方法。

【請求項9】 請求項8記載の方法において、前記第2の補正值を、前記評価対象オプションのバリアポイントに等しい行使価格を有するデジタルタッチオプションのプレミアムに基づいて計算することを特徴とする方法。

【請求項10】 請求項1乃至7のうち何れか1項記載の方法において、

前記第9のステップでは、前記評価対象オプションが、スポットレートがバリアポイントに到達するとオプションが消滅又は発生するバリア系オプションである場合に、

前記評価対象オプションの行使期日までにスポットレートが当該バリアポイントへ到達する可能性にも基づいて前記補正值を計算することを特徴とする方法。

【請求項11】 通貨オプションを評価対象としてそのプレミアムを計算する方法であって、

ATMフラットボラティリティと、ボラティリティスマイルに関するボラティリティスマイル関連情報を取得する第1のステップと、

前記第1のステップで取得したATMフラットボラティリティに基づいて、前記評価対象オプションについてボラティリティに関する所定のリスクパラメータを計算する第2のステップと、

前記評価対象オプションと同じ行使期日又は行使期間を有する複数の所定のプレインオプションについて、前記

第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティ及びボラティリティスマイル関連情報に基づいて計算した行使価格と、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティに基づいて前記所定のリスクパラメータの値を計算する第3のステップと、

前記第3のステップで計算した前記所定のプレインオプションについてのリスクパラメータの値に基づいて計算した、前記所定のプレインオプションを組合わせて作成したポートフォリオについての前記所定のリスクパラメータの値が、前記第2の記憶手段に記憶された前記評価対象オプションについての前記所定のリスクパラメータの値と等しくなるような、前記ポートフォリオにおける各プレインオプションの構成比率を計算する第4のステップと、

前記複数の所定のプレインオプションの夫々について、前記第1のステップで入力したATMフラットボラティリティ及びボラティリティスマイル関連情報に基づいて、市場実勢を反映したプレミアムを計算する第5のステップと、

前記複数の所定のプレインオプションの夫々について、前記第1のステップで入力したATMフラットボラティリティに基づいてプレミアムを計算する第6のステップ

と、

前記複数の所定のプレインオプションの夫々について、前記第5のステップでの計算値と、前記第6のステップでの計算値との間の差額を計算する第7のステップと、該第7のステップで計算した差額と、前記第4のステップで計算した各プレインオプションのポートフォリオ構成比率に基づいて、前記評価対象オプションのプレミアムに関する補正值を計算する第8のステップと、

前記第1のステップで入力したATMフラットボラティリティに基づいて前記評価対象オプションのプレミアムを計算し、その計算値を前記第8のステップで計算した補正值により補正する第9のステップと、

該第9のステップでの補正結果を、前記評価対象オプションについてのプレミアム評価値として出力する第10のステップとを備えることを特徴とする方法。

【請求項12】 通貨オプションを評価対象としてそのプレミアムを計算するシステムであって、

ATMフラットボラティリティ及びボラティリティスマイルに関するボラティリティスマイル関連情報を取得する取得手段と、

該取得したATMフラットボラティリティ及びボラティリティスマイル関連情報を記憶する第1の記憶手段と、該第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティに基づいて、前記評価対象オプションについてボラティリティに関する所定のリスクパラメータを計算する第1の計算手段と、

該第1の計算手段による計算値を記憶する第2の記憶手段と、

前記評価対象オプションと同じ行使期日又は行使期間を有する複数の所定のプレインオプションについて、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティ及びボラティリティスマイル関連情報に基づいて計算した行使価格と、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティに基づいて前記所定のリスクパラメータの値を計算する第2の計算手段と、

該第2の計算手段による計算値を記憶する第3の記憶手段と、

該第3の記憶手段に記憶された前記所定のプレインオプションについてのリスクパラメータの値に基づいて計算した、前記所定のプレインオプションを組合わせて作成したポートフォリオについての前記所定のリスクパラメータの値が、前記第2の記憶手段に記憶された前記評価対象オプションについての前記所定のリスクパラメータの値と等しくなるような、前記ポートフォリオにおける各プレインオプションの構成比率を計算する第3の計算手段と、

該第3の計算手段による計算値を記憶する第4の記憶手段と、

前記複数の所定のプレインオプションの夫々について、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラテ

イリティ及びボラティリティスマイル関連情報に基づいて、市場実勢を反映したプレミアムを計算する第4の計算手段と、

前記複数の所定のプレインオプションの夫々について、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティに基づいてプレミアムを計算する第5の計算手段と、

前記複数の所定のプレインオプションの夫々について、前記第4の計算手段による計算値と、前記第5の計算手段による計算値との間の差額を計算する第6の計算手段と、

該第6の計算手段で計算された差額と、前記第4の記憶手段に記憶された各プレインオプションのポートフォリオ構成比率に基づいて、前記評価対象オプションのプレミアムに関する補正值を計算する第7の計算手段と、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティに基づいて前記評価対象オプションのプレミアムを計算し、その計算値を前記第6の計算手段により計算された補正值で補正する第8の計算手段と、

該第8の計算手段による補正結果をプレミアム評価値として出力する出力手段とを備えることを特徴とするシステム。

【請求項13】 請求項12記載のシステムにおいて、前記評価対象オプションが、スポットレートがバリアポイントに到達するとオプションが消滅又は発生するバリア系オプションである場合に、前記評価対象オプションの行使期日までにスポットレートが当該バリアポイントへ到達する可能性に応じた第2の補正值を計算する手段を備え、前記第8の計算手段は、前記ATMフラットボラティリティに基づくプレミアム計算値を前記補正值及び前記第2の補正值により補正することを特徴とするシステム。

【請求項14】 請求項1乃至11のうち何れか1項記載の方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項15】 請求項14記載のプログラムを記録した記録媒体。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、通貨オプションのプレミアム計算方法及びシステムに関する。また、本発明は、通貨オプションのプレミアムをコンピュータに計算させるためのプログラム及びこのプログラムを記録した記録媒体にも関する。

##### 【0002】

【従来の技術】通貨オプションは、通貨を所定の行使期日又は行使期間内に所定の行使価格で購入又は売却できる権利である。例えば、行使価格が1ドル100円であるドルコールオプションの買い手は、ドルが値上がりして1ドル100円を超えて1ドル100円でドルを購

入することができる。したがって、100円より高い実勢レート（例えば105円）で1ドルを売り、一方でオプションを使使して100円で1ドル買うことにより、為替差益を得ることができる。また、ドルが値下がりして1ドル100円を下回った場合には、オプションを使使することなく、スポットレートでドルを購入することができる。同様に、行使価格が1ドル100であるドルプットオプションの買い手は、ドルが値下がりして1ドル100円を下回っても1ドル100円でドルを売るこにより為替差益を得ることができ、ドル100円を超えた場合には、オプションを使使することなくスポットレートでドルを売ることができる。このように、通貨オプションは、為替差益を得る機会を確保しながら、為替レートの変動に伴う損失リスクをヘッジする機能を有しており、その対価として、通貨オプションの買い手は売り手に対してプレミアムを支払わなければならない。

【0003】通貨オプションの取引が市場で適正に行われるためには、オプションの買い手と売り手との利益が均衡するようなプレミアムが提示されることが必要である。このようなプレミアムを算定する手法として、現在、Black-Scholesモデルを通貨オプション用に修正したGarman-Korhagenモデル又はこれをベースに更に修正を加えたフレームワーク（以下、GKモデルのフレームワークと称する）を用いることが一般的になっている。GKモデルのフレームワークでは、オプションのプレミアムが為替レートのボラティリティ（予想変動率）などをパラメータとして表現される。為替レートのボラティリティは市場で提示されているから、GKモデルのフレームワークを用いることにより、通貨オプションのプレミアムを簡便に計算することができる。

##### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、通貨オプションとして、行使期日又は期間及び行使価格のみが定められた単純なオプション（プレインオプション）だけでなく、これをより複雑にしたエキゾティックオプションも盛んに取引されている。例えば、エキゾティックオプションの代表例であるノックアウトオプションは、為替レートがオプション行使期日までに一度でも所定のノックアウト価格に達するとオプションが消滅するというものである。ノックアウトなどのエキゾティックオプションのプレミアムを計算するための理論式はGKモデルのフレームワークに基づいて導かれている。しかし、例えばノックアウト価格がオプションの行使価格よりもオプション価値が上がる側（すなわち、例えばコールオプションの場合は行使価格よりも高い側）に設定されたリバースノックアウトオプションでは、為替レートが行使価格からノックアウト価格に近づくに従ってオプションの価値が上がり、ノックアウトプライスに達した時点でゼロへ不連続的に減少するため、GKモデルのフレームワー-

クに基づいてATMフラットボラティリティを用いて理論的に計算されたプレミアムは市場での取引値から大きく隔たっており、実用に耐えないものとなっている。

【0005】本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、アウトオブザマネーのプレインオプションに加え、リバースノックアウトオプション等の通貨オプションについても、従来のGKモデルのフレームワークでは適正に評価することが困難であった、市場値によく近似したプレミアムの値を計算することが可能な通貨オプションのプレミアム計算方法、通貨オプションのプレミアム計算システム、及び通貨オプションのプレミアムをコンピュータに計算させるためのプログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、請求項1に記載された発明は、通貨オプションを評価対象としてそのプレミアムを計算する方法であって、ATMフラットボラティリティと、ボラティリティスマイルに関するボラティリティスマイル関連情報を取得する第1のステップと、該取得したATMフラットボラティリティ及びボラティリティスマイル関連情報を第1の記憶手段に記憶する第2のステップと、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティに基づいて、前記評価対象オプションについてボラティリティに関する所定のリスクパラメータを計算してその計算結果を第2の記憶手段に記憶する第3のステップと、前記評価対象オプションと同じ行使期日又は行使期間を有する複数の所定のプレインオプションについて、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティ及びボラティリティスマイル関連情報に基づいて計算した行使価格と、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティに基づいて前記所定のリスクパラメータの値を計算し、その計算値を第3の記憶手段に記憶する第4のステップと、前記第3の記憶手段に記憶された前記所定のプレインオプションについてのリスクパラメータの値に基づいて計算した、前記所定のプレインオプションを組合わせて作成したポートフォリオについての前記所定のリスクパラメータの値が、前記第2の記憶手段に記憶された前記評価対象オプションについての前記所定のリスクパラメータの値と等しくなるよう、前記ポートフォリオにおける各プレインオプションの構成比率を計算し、その計算値を第4の記憶手段に記憶する第5のステップと、前記複数の所定のプレインオプションの夫々について、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティ及びボラティリティスマイル関連情報に基づいて、市場実勢を反映したプレミアムを計算する第6のステップと、前記複数の所定のプレインオプションの夫々について、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティに基づいてプレミアムを計算する第7のステップと、前記複数

の所定のプレインオプションの夫々について、前記第6のステップでの計算値と、前記第7のステップでの計算値との間の差額を計算する第8のステップと、該第8のステップで計算された差額と、前記第4の記憶手段に記憶された各プレインオプションのポートフォリオ構成比率に基づいて、前記評価対象オプションのプレミアムに関する補正值を計算する第9のステップと、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティに基づいて前記評価対象オプションのプレミアムを計算し、その計算値を前記第9のステップで計算した補正值により補正する第10のステップと、該第10のステップでの補正結果を、前記評価対象オプションについてのプレミアム評価値として出力する第11のステップとを備えることを特徴とする。

【0007】また、請求項11に記載された発明は、通貨オプションを評価対象としてそのプレミアムを計算する方法であって、ATMフラットボラティリティと、ボラティリティスマイルに関するボラティリティスマイル関連情報を取得する第1のステップと、前記第1のステップで取得したATMフラットボラティリティに基づいて、前記評価対象オプションについてボラティリティに関する所定のリスクパラメータを計算する第2のステップと、前記評価対象オプションと同じ行使期日又は行使期間を有する複数の所定のプレインオプションについて、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティ及びボラティリティスマイル関連情報に基づいて計算した行使価格と、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティに基づいて前記所定のリスクパラメータの値を計算する第3のステップと、前記第3のステップで計算した前記所定のプレインオプションについてのリスクパラメータの値に基づいて計算した、前記所定のプレインオプションを組合せて作成したポートフォリオについての前記所定のリスクパラメータの値が、前記第2の記憶手段に記憶された前記評価対象オプションについての前記所定のリスクパラメータの値と等しくなるよう、前記ポートフォリオにおける各プレインオプションの構成比率を計算する第4のステップと、前記複数の所定のプレインオプションの夫々について、前記第1のステップで入力したATMフラットボラティリティ及びボラティリティスマイル関連情報に基づいて、市場実勢を反映したプレミアムを計算する第5のステップと、前記複数の所定のプレインオプションの夫々について、前記第1のステップで入力したATMフラットボラティリティに基づいてプレミアムを計算する第6のステップと、前記複数の所定のプレインオプションの夫々について、前記第5のステップでの計算値と、前記第6のステップでの計算値との間の差額を計算する第7のステップと、該第7のステップで計算した差額と、前記第4のステップで計算した各プレインオプションのポートフォリオ構成比率に基づいて、前記評

価対象オプションのプレミアムに関する補正值を計算する第8のステップと、前記第1のステップで入力したATMフラットボラティリティに基づいて前記評価対象オプションのプレミアムを計算し、その計算値を前記第8のステップで計算した補正值により補正する第9のステップと、該第9のステップでの補正結果を、前記評価対象オプションについてのプレミアム評価値として出力する第10のステップとを備えることを特徴とする。

【0008】また、請求項12に記載された発明は、通常貨オプションを評価対象としてそのプレミアムを計算するシステムであって、ATMフラットボラティリティ及びボラティリティスマイルに関するボラティリティスマイル関連情報を取得する取得手段と、該取得したATMフラットボラティリティ及びボラティリティスマイル関連情報を記憶する第1の記憶手段と、該第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティに基づいて、前記評価対象オプションについてボラティリティに関する所定のリスクパラメータを計算する第1の計算手段と、該第1の計算手段による計算値を記憶する第2の記憶手段と、前記評価対象オプションと同じ行使期日又は行使期間を有する複数の所定のプレインオプションについて、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティ及びボラティリティスマイル関連情報を基づいて計算した行使価格と、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティとに基づいて前記所定のリスクパラメータの値を計算する第2の計算手段と、該第2の計算手段による計算値を記憶する第3の記憶手段と、該第3の記憶手段に記憶された前記所定のプレインオプションについてのリスクパラメータの値に基づいて計算した、前記所定のプレインオプションを組合わせて作成したポートフォリオについての前記所定のリスクパラメータの値が、前記第2の記憶手段に記憶された前記評価対象オプションについての前記所定のリスクパラメータの値と等しくなるような、前記ポートフォリオにおける各プレインオプションの構成比率を計算する第3の計算手段と、該第3の計算手段による計算値を記憶する第4の記憶手段と、前記複数の所定のプレインオプションの夫々について、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティ及びボラティリティスマイル関連情報に基づいて、市場実勢を反映したプレミアムを計算する第4の計算手段と、前記複数の所定のプレインオプションの夫々について、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティに基づいてプレミアムを計算する第5の計算手段と、前記複数の所定のプレインオプションの夫々について、前記第4の計算手段による計算値と、前記第5の計算手段による計算値との間の差額を計算する第6の計算手段と、該第6の計算手段で計算された差額と、前記第4の記憶手段に記憶された各プレインオプションのポートフォリオ構成比率とに基づいて、前記評価対象オプションのプレ

ミアムに関する補正值を計算する第7の計算手段と、前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティに基づいて前記評価対象オプションのプレミアムを計算し、その計算値を前記第6の計算手段により計算された補正值で補正する第8の計算手段と、該第8の計算手段による補正結果をプレミアム評価値として出力する出力手段とを備えることを特徴とする。

【0009】請求項1、11、及び12記載の発明によれば、市場から取得可能なATMフラットボラティリティ及びボラティリティスマイル関連情報に基づいて、評価対象オプションと同じ行使期日又は行使期間を有する複数の所定のプレインオプションについて行使価格が計算され、ボラティリティに関する所定のリスクパラメータが計算される。次に、これら複数のプレインオプションを組み合わせて構成したポートフォリオのリスクパラメータ値が、ATMフラットボラティリティを用いて計算した評価対象オプションのリスクパラメータ値と等しくなるように、ポートフォリオの構成比率が計算される。すなわち、所定のリスクパラメータに関して評価対象オプションと等価になるようなポートフォリオが構成される。ところで、プレインオプションのボラティリティは市場から取得可能である。したがって、プレインオプションについては、ATMフラットボラティリティを用いて計算したプレミアムと、プレミアムの市場値（つまりボラティリティの市場値から計算したプレミアムの値）との間の差額を計算することができる。そして、この差額を用いることにより、上記ポートフォリオのプレミアムについて、ATMフラットボラティリティを用いた計算値と、市場値との間の差額を計算することができる。上記ポートフォリオは所定のリスクパラメータに関して評価対象オプションと等価であるから、このポートフォリオについて計算された差額は、評価対象オプションについてATMフラットボラティリティを用いて計算したプレミアムと、プレミアムの市場値との間の差額に近似していると考えられる。したがって、上記計算された差額に基づいて、市場から取得可能なATMフラットボラティリティから計算した評価対象オプションのプレミアムの値を補正することにより、市場値に近似したプレミアムの値を求めることができる。

【0010】なお、ボラティリティスマイル関連情報としては、例えば、デルタ値が指定されたプット及びコールのプレインオプション（例えば、25デルタプット・プレインオプション及び25デルタコール・プレインオプション）のボラティリティ等を用いることができる。

【0011】また、請求項2に記載された発明は、請求項1記載の方法において、前記第3及び第4のステップにおける前記所定のリスクパラメータの計算、及び、前記第6、第7及び第10のステップにおけるプレミアムの計算を、Garman-Korhangenモデルに基づくフレームワークを用いて行うことを特徴とする。

【0012】また、請求項3に記載された発明は、請求項1又は2記載の方法において、前記複数の所定のプレインオプションは、25デルタプット・プレインオプション、25デルタコール・プレインオプション、及びATMプレインオプションを含むことを特徴とする。

【0013】また、請求項4に記載された発明は、請求項1乃至3のうち何れか1項記載の方法において、前記所定のリスクパラメータは、プレミアムのボラティリティによる1階微分であるベガ、プレミアムのボラティリティによる2階微分であるベガ2、及び前記ベガのスポット価格による1階微分であるバンナを含むことを特徴とする。

【0014】また、請求項5に記載された発明は、請求項1乃至4のうち何れか1項記載の方法において、前記第5のステップにおける前記ポートフォリオについての前記所定のリスクパラメータの値を、前記ポートフォリオにおける各プレインオプションの構成比率を重みとする、各プレインオプションについての当該リスクパラメータの値の重み付け和として計算することを特徴とする。

【0015】また、請求項6に記載された発明は、請求項1乃至5のうち何れか1項記載の方法において、前記第9のステップでは、前記補正值を、前記ポートフォリオにおける各プレインオプションの構成比率を重みとする、各プレインオプションについての前記差額の重み付け和として計算することを特徴とする。

【0016】また、請求項7に記載された発明は、請求項1乃至6のうち何れか1項記載の方法において、前記所定のプレインオプションの行使価格はデルタ値で規定されており、前記第4のステップでは、前記所定のプレインオプションのボラティリティの市場値と前記デルタ値に基づいて、当該プレインオプションの行使価格を計算し、該計算した行使価格及び前記第1の記憶手段に記憶されたATMフラットボラティリティに基づいて前記所定のプレインオプションについての前記所定のリスクパラメータを計算することを特徴とする。

【0017】また、請求項8に記載された発明は、請求項1乃至7のうち何れか1項記載の方法において、前記評価対象オプションが、スポットレートが所定のバリアポイントに到達するとオプションが消滅又は発生するバリア系オプションである場合に、前記評価対象オプションの行使期日までにスポットレートがバリアポイントへ到達する可能性に応じた第2の補正值を計算し、前記第10のステップでは、前記ATMフラットボラティリティに基づくプレミアム計算値を前記補正值及び前記第2の補正值により補正することを特徴とする。

【0018】また、請求項10に記載された発明は、請求項1乃至7のうち何れか1項記載の方法において、前記第9のステップでは、前記評価対象オプションが、スポットレートがバリアポイントに到達するとオプション

が消滅又は発生するバリア系オプションである場合に、前記評価対象オプションの行使期日までにスポットレートが当該バリアポイントへ到達する可能性にも基づいて前記補正值を計算することを特徴とする。

【0019】また、請求項13に記載された発明は、請求項12記載のシステムにおいて、前記評価対象オプションが、スポットレートがバリアポイントに到達するとオプションが消滅又は発生するバリア系オプションである場合に、前記評価対象オプションの行使期日までにスポットレートが当該バリアポイントへ到達する可能性に応じた第2の補正值を計算する手段を備え、前記第8の計算手段は、前記ATMフラットボラティリティに基づくプレミアム計算値を前記補正值及び前記第2の補正值により補正することを特徴とする。

【0020】バリア系オプションでは、スポットレートがバリアポイントに近づくほど、オプションが消滅又は発生する可能性が高くなり、プレミアムはオプションが消滅又は発生する可能性を反映した値をとることとなる。請求項8、10、及び13記載の発明では、評価対象オプションがバリア系オプションである場合に、スポットレートがバリアポイントへ到達する可能性、すなわち、オプションが消滅又は発生する可能性をも考慮してATMフラットボラティリティに基づくプレミアム計算値を補正するので、スポットレートがバリアポイントに近い場合にも、オプションが消滅又は発生する可能性を反映した、市場実勢値に近似したプレミアムの値を求めることができる。

【0021】また、請求項9に記載された発明は、請求項8記載の方法において、前記第2の補正值を、前記評価対象オプションのバリアポイントに等しい行使価格を有するデジタルタッチオプションのプレミアムに基づいて求めることを特徴とする。

【0022】デジタルタッチオプションは、オプション行使期日前にスポットレートが一度でも行使価格に達した場合に、予め定められたリペート額を受取ることができるオプションであり、その単位リペート額あたりのプレミアムは、スポットレートが行使価格へ到達する可能性を表すといえる。したがって、請求項9に記載する如く、評価対象オプションのノックアウト価格に等しい行使価格を有するデジタルタッチオプションに基づいて、第2の補正值を求めることができる。

【0023】また、請求項14に記載された発明は、請求項1乃至11のうち何れか1項記載の方法をコンピュータに実行させるためのプログラムに係るものであり、請求項15に記載された発明はこのプログラムを記録した記録媒体に係るものである。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1の実施形態であるプレミアム計算システムについて説明する。なお、本実施形態では、通貨オプション市場で取引されている

プレインオプションの価格に基づいてリバースノックアウトオプションのプレミアムを計算する場合について説明する。このプレミアム計算の基礎となるプレインオプションとしては、市場での流動性が高いATM(At The Money)プレインオプション、25デルタプット・プレインオプション、及び25デルタコール・プレインオプションの3種類のオプションを用いるものとする。ここで、ATMプレインオプションとは、コール・プットのデルタ値が等しい行使価格となるオプションである。また、図1及び図2に示すように、25デルタプットオプション及び25デルタコールオプションは、それぞれ、デルタ(為替スポットレートの変化に対するオプション価値の変化率=オプションプレミアムの為替スポットレートでの1階微分)が25%になる点に行使価格が設定されたプットオプション及びコールオプションである。これらのプレインオプションは、ボラティリティをクオートして取引が行われ、ボラティリティ及び取引時の諸変数(スポットレートや金利等)からGKモデルを用いて計算されたプレミアム金額が受払いされる。すなわち、これらプレインオプションのボラティリティの値は市場から入手可能である。

【0025】図3は、本実施形態のプレミアム計算システムの構成図である。図3に示す如く、本実施形態のシステムは、中央処理装置10、メモリ12、ハードディスク装置14、フロッピー(登録商標)ディスク、CD-ROM、DVD-ROM等の記録媒体15をドライブするドライブ装置16、キーボードなどの入力装置18、ディスプレイ装置20、及びプリンタ22を含むコンピュータシステムとして構成されている。プレミアム計算処理は、例えば中央処理装置10がハードディスク装置14に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより行われる。なお、このプログラムは記録媒体15に記録されており、この記録媒体から記録媒体ドラ\*

$$\nu = \frac{\partial P}{\partial \sigma}$$

... (1)

$$\nu_\sigma = \frac{\partial^2 P}{\partial \sigma^2}$$

... (2)

$$\nu_s = \frac{\partial^2 P}{\partial \sigma \partial S}$$

... (3)

【0029】ここで、Sは評価対象オプションの対象である通貨のスポットレートである。また、PはリバースノックアウトオプションについてのGKモデルのフレームワークで表されたプレミアムであり、Tをスポット受渡日からオプション受渡日までの期間、tをオプション締結日からオプション行使期日までの期間、S<sub>0</sub>をオプション評価日におけるスポットレート、r<sub>d</sub>をオプション評価日における期間Tに対応するアゲインスト金利(例えば円でドルを売り又は買うオプションの場合には円金利)、r<sub>f</sub>をオプション評価日における期間Tに対

40 応するアンダーライン金利(例えば円でドルを売り又は買うオプションの場合にはドル金利)、σをボラティリティ(上記の通り本ステップ102ではσとしてATMフラットボラティリティσ<sub>ATM</sub>を用いる)、Kをオプション行使価格、Vをノックアウト価格、N(·)を標準正規分布の累積確率密度関数として、次式(4)で表される(プットオプション・コールオプションの何れについても、同じ式となる)。

【数2】

\*イブ装置16を介して読み出されハードディスク装置14へインストールされる。ただし、中央処理装置10が記録媒体15に記録されたプログラムを直接読み出して実行することとしてもよい。また、プレミアム計算システムをインターネット等のコンピュータネットワークに接続し、計算プログラムをコンピュータネットワークからダウンロードしてハードディスク装置14へ記録することとしてもよい。

【0026】次に、本実施形態のシステムにおいて実行される計算処理の内容について説明する。図4は、本システムにおける処理の内容を示すフローチャートである。

【0027】図4に示す如く、先ず、ステップ100において、ATMフラットボラティリティ、25デルタ・リスククリバーサルのボラティリティ、及び25デルタ・バタフライのボラティリティの各市場値が入力されて、それぞれ記憶され、それから変数σ<sub>ATM</sub>、σ<sub>P25</sub>、及びσ<sub>B25</sub>が計算される。ここで、ATMフラットボラティリティは、先に説明したATMプレインオプションのボラティリティに該当する。なお、各ボラティリティ市場値の入力は、入力装置18から行ってもよく、あるいは、計算システムがコンピュータネットワークに接続されている場合は、そのコンピュータネットワーク経由で入力することとしてもよい。

【0028】次に、ステップ102において、評価対象オプションであるリバースノックアウトオプションについて、ベガV、ベガ2V<sub>s</sub>及びバンナV<sub>s</sub>が、リバースノックアウトオプションに対するGKモデルのフレームワークから、ATMフラットボラティリティσ<sub>ATM</sub>をボラティリティσとして用いて次式(1)～(3)に従って計算される。

【数1】

$$\begin{aligned}
 P = & S_0 \cdot e^{-r_f T} \cdot N(d_1) - K \cdot e^{-r_f T} \cdot N(d_2) - \\
 & \left\{ S_0 \cdot e^{-r_f T} \cdot N(d_3) - K \cdot e^{-r_f T} \cdot N(d_4) \right\} - \\
 & \left\{ \left( \frac{S_0}{V} \right)^{-\frac{1}{2}} \cdot S_0 \cdot e^{-r_f T} \cdot N(d_5) - \left( \frac{S_0}{V} \right)^{-\frac{1}{2}} \cdot K \cdot e^{-r_f T} \cdot N(d_6) \right\} + \\
 & \left\{ \left( \frac{S_0}{V} \right)^{-\frac{1}{2}} \cdot S_0 \cdot e^{-r_f T} \cdot N(d_7) - \left( \frac{S_0}{V} \right)^{-\frac{1}{2}} \cdot K \cdot e^{-r_f T} \cdot N(d_8) \right\} \quad \cdots \quad (4)
 \end{aligned}$$

【0030】ただし、

【数3】

$$\begin{aligned}
 d_1 &= \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + (r_d - r_f) \cdot T + \frac{\sigma^2 \cdot t}{2}}{\sigma \sqrt{t}} \\
 d_2 &= \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + (r_d - r_f) \cdot T - \frac{\sigma^2 \cdot t}{2}}{\sigma \sqrt{t}} \\
 d_3 &= \frac{\ln\left(\frac{S_0}{V}\right) + (r_d - r_f) \cdot T + \frac{\sigma^2 \cdot t}{2}}{\sigma \sqrt{t}} \\
 d_4 &= \frac{\ln\left(\frac{S_0}{V}\right) + (r_d - r_f) \cdot T - \frac{\sigma^2 \cdot t}{2}}{\sigma \sqrt{t}} \\
 d_5 &= \frac{\ln\left(\frac{V^2}{K \cdot S_0}\right) + (r_d - r_f) \cdot T + \frac{\sigma^2 \cdot t}{2}}{\sigma \sqrt{t}} \\
 d_6 &= \frac{\ln\left(\frac{V^2}{K \cdot S_0}\right) + (r_d - r_f) \cdot T - \frac{\sigma^2 \cdot t}{2}}{\sigma \sqrt{t}} \\
 d_7 &= \frac{\ln\left(\frac{V}{S_0}\right) + (r_d - r_f) \cdot T + \frac{\sigma^2 \cdot t}{2}}{\sigma \sqrt{t}}
 \end{aligned}$$

$$d_8 = \frac{\ln\left(\frac{V}{S_0}\right) + (r_d - r_f) \cdot T - \frac{\sigma^2 \cdot t}{2}}{\sigma \sqrt{t}}$$

$$\xi = \frac{2 \cdot (r_d - r_f) \cdot T}{\sigma^2 \cdot t}$$

$$P = S_0 \cdot e^{-r_f T} \cdot N(d_1) - K \cdot e^{-r_f T} \cdot N(d_2)$$

(プットオプションの場合)

$$P = S_0 \cdot e^{-r_f T} \cdot [N(d_1) - 1] - K \cdot e^{-r_f T} \cdot [N(d_2) - 1]$$

ただし、上記のように、

【数6】

$$\begin{aligned}
 d_1 &= \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + (r_d - r_f) \cdot T + \frac{\sigma^2 \cdot t}{2}}{\sigma \sqrt{t}} \\
 d_2 &= \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + (r_d - r_f) \cdot T - \frac{\sigma^2 \cdot t}{2}}{\sigma \sqrt{t}}
 \end{aligned}$$

で表され、これらの式(5)、(6)におけるボラティリティ $\sigma$ の値が与えられるから、式(5)、(6)の夫々について、デルタが25%であることを示す式

【数7】

$$16$$

\*である。

【0031】次に、ステップ104において、25デルタプットオプション及び25デルタコールオプションのボラティリティの市場値 $\sigma_{P25}$ 、 $\sigma_{C25}$ を用いて、評価対象オプションと同じ行使期間の25デルタプット・プレインオプション及び25デルタコール・プレインオプションの行使価格が計算される。

【0032】すなわち、コール・プレインオプション及びプット・プレインオプションについてのGKモデルのフレームワークは、夫々、

(コールオプションの場合)

【数4】

20

20

30

30

\*\*\* 【数5】

\*\*\* 【数6】

$$\frac{\partial P}{\partial S_0} = e^{-r_f T} \cdot N(d_1) = 0.25 \quad (\text{コールオプションの場合})$$

又は

【数8】

$$\frac{\partial P}{\partial S_0} = e^{-r_f T} \cdot [N(d_1) - 1] = -0.25 \quad (\text{プットオプションの場合})$$

より、行使価格 $K$ を計算することができる。

【0033】次に、ステップ106において、ATMフランチットボラティリティ $\sigma_{ATM}$ を用いて、25デルタプット・プレインオプション、25デルタコール・プレインオプション、及び、ATMプレインオプションのベガ、

50 ベガ2、バンナが、上記式(1)～(3)に従って計算

17

される。その際、式(1)～(3)におけるプレミアムPとして、プレインオプションについてのGKモデルのフレームワークを表す上記式(5)、(6)を用いる。また、25デルタプット及び25デルタコールの各プレインオプションの行使価格として、上記ステップ104\*

$V_{P25}$	: 25デルタプット・プレインオプションのベガ
$V_{oP25}$	: 25デルタプット・プレインオプションのベガ2
$V_{SP25}$	: 25デルタプット・プレインオプションのバンナ
$V_{ATM}$	: ATMプレインオプションのベガ
$V_{oATM}$	: ATMプレインオプションのベガ2
$V_{SATM}$	: ATMプレインオプションのバンナ
$V_{C25}$	: 25デルタコール・プレインオプションのベガ
$V_{oC25}$	: 25デルタコール・プレインオプションのベガ2
$V_{SC25}$	: 25デルタコール・プレインオプションのバンナ

【0035】次に、ステップ108において、25デルタプット・プレインオプション、25デルタコール・プレインオプション、及び、ATMプレインオプションを組み合わせて作成したヘッジポートフォリオのベガ、ベガ2、及びバンナが、夫々、評価対象オプションのベガ $V$ 、ベガ2 $V_2$ 、及びバンナ $V_s$ と等しくなるよう<sup>20</sup>な

ヘッジポートフォリオの金額比率が計算される。具体的に※

$$\begin{pmatrix} V \\ V_o \\ V_s \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_{P25} & V_{ATM} & V_{C25} \\ V_{oP25} & V_{oATM} & V_{oC25} \\ V_{SP25} & V_{SATM} & V_{SC25} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} A_{P25} \\ A_{ATM} \\ A_{C25} \end{pmatrix} \quad \dots \quad (7)$$

すなわち、

$$\begin{pmatrix} A_{P25} \\ A_{ATM} \\ A_{C25} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_{P25} & V_{ATM} & V_{C25} \\ V_{oP25} & V_{oATM} & V_{oC25} \\ V_{SP25} & V_{SATM} & V_{SC25} \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} V \\ V_2 \\ V_s \end{pmatrix} \quad \dots \quad (8)$$

により、 $A_{P25}$ 、 $A_{ATM}$ 、及び $A_{C25}$ が計算される。

【0036】次に、ステップ110において、25デルタプット・プレインオプション及び25デルタコール・プレインオプションについて、ボラティリティとして市場値を用いて計算したプレミアムと、ボラティリティとしてATMフラットボラティリティを用いて計算したプレミアムとの間の差額 $\zeta_{P25}$ 、 $\zeta_{C25}$ が計算される。

【0037】すなわち、

$\zeta_{P25} = (25\text{デルタプット}\cdot\text{プレインオプションについてボラティリティの市場値を用いてGKモデルのフレームワークから計算したプレミアム}) - (25\text{デルタプット}\cdot\text{プレインオプションについてATMフラットボラティリティを用いてGKモデルのフレームワークにより計算したプレミアム})$

$$\zeta = A_{P25} \cdot \zeta_{P25} + A_{C25} \cdot \zeta_{C25}$$

なお、ATMプレインオプションについては、そのボラティリティの市場値自体がATMフラットボラティリティであるから、上記の差額 $\zeta_{P25}$ 、 $\zeta_{C25}$ に対応する偏差 $\zeta_{ATM}$ はゼロとなる。このため、式(9)には、ATMプレインオプションについての偏差 $\zeta_{ATM}$ を含めていない。

\*で計算した値を用い、ATMプレインオプションの行使価格として、コール・プットのデルタ値が等しい行使価格の値を用いる。なお、各オプションのベガ、ベガ2、バンナを以下の記号で表す。

#### 【0034】

※は、25デルタプット・プレインオプション、ATMプレインオプション、及び25デルタコール・プレインオプションのヘッジ金額比率を夫々 $A_{P25}$ 、 $A_{ATM}$ 、及び $A_{C25}$ としたとき、次式(7)を満足するようなヘッジ金額比率 $A_{P25}$ 、 $A_{ATM}$ 、及び $A_{C25}$ が計算される。

#### 【数9】

★ ★ 【数10】

☆計算したプレミアム)

$\zeta_{C25} = 25\text{デルタコール}\cdot\text{プレインオプションについてボラティリティの市場値を用いてGKモデルのフレームワークから計算したプレミアム}) - (25\text{デルタコール}\cdot\text{プレインオプションについてATMフラットボラティリティを用いてGKモデルのフレームワークにより計算したプレミアム})$   
により、差額 $\zeta_{P25}$ 、 $\zeta_{C25}$ が計算される。

【0038】次に、ステップ112において、上記ステップ108で計算した $A_{P25}$ 、 $A_{C25}$ 及び上記ステップ110で計算した $\zeta_{P25}$ 、 $\zeta_{C25}$ を用いて、次式(9)に従って評価対象オプションに対する補正值 $\zeta$ が計算される。

$$\dots \quad (9)$$

【0039】最後に、ステップ114において、評価対象オプションについて、ATMフラットボラティリティを用いて、リバースノックアウトオプションについてのGKモデルのフレームワークである式(4)に基づいて計算したプレミアム $P_0$ に、上記ステップ112で計算した補正值 $\zeta$ を加えた値 $P_v = P_0 + \zeta$ が評価対象オプシ

ヨンのプレミアム評価値として計算され、このプレミアム評価値  $P_v$  がディスプレイ装置 20 あるいはプリンタ 22 に出力される。

【0040】上述の如く、本実施形態のシステムでは、市場から取得可能な ATM フラットボラティリティ及びスマイル関連情報に基づいて、3種類のプレインオプション（25デルタプット・プレインオプション、25デルタコール・プレインオプション、及び ATM プレインオプション）について行使価格が求められ、ボラティリティに関するリスクパラメータであるベガ、ベガ 2、及びバンナの値が計算され、これら 3種類のプレインオプションを組み合わせて構成したポートフォリオの各リスクパラメータ値が、評価対象オプションの各リスクパラメータ値と等しくなるように、上記ポートフォリオの構成比率が計算される。

【0041】すなわち、ベガ、ベガ 2、及びバンナに関して、評価対象オプションと等価なポートフォリオが 3 種類のプレインオプションにより構成される。そして、各プレインオプションについて、ATM フラットボラティリティから計算したプレミアムと、ボラティリティの市場値から計算したプレミアムとの間の差額に基づいて、上記ポートフォリオについて、ATM フラットボラティリティから計算したプレミアムと市場値との間の差額が計算される。上述の如く、上記ポートフォリオはベガ、ベガ 2、及びバンナに関して評価対象オプションと等価であるから、上記ポートフォリオについて計算された差額は、評価対象オプションについて ATM フラットボラティリティから計算したプレミアムと市場値との間の差額に近似していると考えられる。したがって、この差額を、ATM フラットボラティリティから計算した評価対象オプションのプレミアムに加えることで、市場値によく近似したプレミアムの値が得られることとなる。

【0042】図 5 は、評価対象オプションである幾つかのリバースノックアウトプットオプション及びリバースノックアウトコールオプションについて、市場で取引されたプレミアム、本システムで計算されたプレミアム（以下、プレミアムの本システム計算値という）、及び、従前の如く ATM フラットボラティリティを用いて GK モデルのフレームワークから計算されたプレミアム（以下、プレミアムの従前計算値という）を対比して示している。図 5において、左欄から順に、取引締結日、ノックアウト価格、行使期日、取引金額、行使価格、プレミアムの本システム計算値、市場で提示されたプレミアムの買い注文値、市場で提示されたプレミアムの売り注文値、プレミアムの従前計算値、市場で提示された買い注文値と売り注文値との平均値（以下、プレミアムの市場平均値という）、プレミアムの従前計算値と市場平均値との差、及び、プレミアムの本システム計算値と市場平均値との差が示されている。なお、各プレミアムの値は 1 ドル分のオプションに対する百分率で示してい

る。

【0043】図 5 からわかるように、例示する 15 種のオプションのうち、No. 3、No. 4、No. 14 を除く 12 種のオプションについて、従前計算値よりも本システム計算値の方が市場平均値との間の差額が小さくなっている。本システムにより計算したプレミアムが市場値によく近似していることがわかる。

【0044】このように、本実施形態のシステムによれば、GK モデルのフレームワークでは正確な評価が困難なりバースノックアウトオプションのプレミアムについて、市場の実勢に適合した正確な値を計算することができる。すなわち、リバースノックアウトオプションのプレミアムの適正な市場価格を求めることが可能である。本システムを用いることにより、リバースノックアウトオプションの適正なプライスの評価を行うことができる。

【0045】なお、上記実施形態では、プレミアム計算の基礎となるプレインオプションとして、流動性の高い 25 デルタのプレインオプション及び ATM プレインオプションを用いるものとしたが、流動性が確保されれば、例えば 10 デルタのプレインオプション等、他のプレインオプションを用いて、より精度の高いモデルを構築することも可能であると考えられる。

【0046】また、上記実施形態では、ボラティリティに関するリスクパラメータとして、ベガ、ベガ 2、及びバンナを用いるものとしたが、更に別のリスクパラメータを定義して用いることも可能である。

【0047】次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。ノックアウトオプションにおいては、スポットレートがノックアウト価格に近づくほどオプション消滅の可能性が高くなり、そのプレミアムはオプションが消滅する可能性を反映した値をとることになる。本実施形態では、ノックアウト価格への到達可能性に基づいて上記実施形態の補正値  $\zeta$  を更に補正することにより、スポットレートがノックアウト価格に近い場合にも、市場実勢値に近似したプレミアム計算値が得られるようしている。なお、本実施形態では、一例として、リバースノックアウトオプション及び ATM ノックアウトオプションを評価対象オプションとした場合について説明する。

【0048】本実施形態では、上記図 3 に示すシステムにおいて、図 6 に示すフローチャートに従って計算処理が実行される。図 6 に示すように、本実施形態では、図 4 に示すフローチャートと同様にステップ 100 ~ 112 において補正值  $\zeta$  を計算する。これと共に、ノックアウト価格への到達可能性を表す  $G_{ap}$  到達率  $R$  を計算（ステップ 120）、上記補正值  $\zeta$  を  $G_{ap}$  到達率  $R$  で修正する（ステップ 122）。ステップ 120 での  $G_{ap}$  到達率  $R$  は、デジタルタッチオプション（Digital Touch Option）のプレミアム評価値を計算することにより求める。

【0049】デジタルタッチオプションとは、図7に示すように、オプション行使期日前にスポット相場が一度でも行使価格以上（又は以下）となった場合に、予め定められたリベート額Zを受取ることができるオプションである。なお、デジタルタッチオプションについては、図7（A）に示すように行使価格以上でリベート額Zを受取ることができるものをコールオプションとし、また、行使価格以下でリベート額Zを受取ことができるものをプットオプションとする。デジタルタッチオプションのプレミアムは、スポットレートの行使価格への到達可能性を反映したものとなり、図7に破線で示すように、スポットレートが行使価格に近いほどリベート額Z\*

$$P = Z \cdot e^{-r_d T} \cdot \{N(d_9) + \left(\frac{S_0}{K}\right)^{-\xi+1} \cdot N(d_{10})\}$$

（プットオプションの場合）

$$P = Z \cdot e^{-r_d T} \cdot \left[ \{1 - N(d_9)\} + \left(\frac{S_0}{K}\right)^{-\xi+1} \{1 - N(d_{10})\} \right] \quad \text{※※【数12】} \quad \dots (11)$$

ただし、

【数13】

$$\begin{aligned} d_9 &= \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + (r_d - r_f) \cdot T - \frac{\sigma^2 \cdot t}{2}}{\sigma \sqrt{t}} \\ d_{10} &= \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) - (r_d - r_f) \cdot T + \frac{\sigma^2 \cdot t}{2}}{\sigma \sqrt{t}} \\ \xi &= \frac{2 \cdot (r_d - r_f) \cdot T}{\sigma^2 \cdot t} \end{aligned}$$

である。

【0051】なお、上記第1の実施形態と同様に、Tはスポット受渡日からオプション受渡日までの期間、tはオプション締結日からオプション行使期日までの期間、S<sub>0</sub>はオプション評価日におけるスポットレート、r<sub>d</sub>はオプション評価日における期間Tに対応するアゲインスト金利、r<sub>f</sub>はオプション評価日における期間Tに対応するアンダーライング金利、σはATMフラットボラティリティ、N(・)は標準正規分布の累積確率密度関数であり、また、Kはオプション行使価格であって本実施形態では上記の通り評価対象オプションのノックアウト価格に等しい値とする。

【0052】上述のように、コールのデジタルタッチオプションは、行使期日前に行使価格以上になるとリベートZを受取ることができるというものであるから、リベートZが「1」であるオプションのプレミアムは、スポットレートが行使期日前に行使価格以上になる可能性を表す。そして、コールのリバースノックアウトオプション又はプットのOTMノックアウトオプションは、スポットレートがノックアウト価格以上になるとオプション

\*に近づき、行使価格以上又は以下になると、リベート額Zに一致する。すなわち、デジタルタッチオプションの単位リベート額当たりのプレミアムは、行使価格への到達可能性を表すといえるから、評価対象オプションのノックアウト価格に等しい行使価格を有するデジタルタッチオプションのプレミアムを用いてGap到達率Rを求めることができる。

【0050】コール及びプットのデジタルタッチオプションについてのGKモデルのフレームワークは、夫々、次式(10), (11)で表される。

(コールオプションの場合)

【数11】

$$\dots (10)$$

20 が消滅する。そこで、評価対象オプションがコールのリバースノックアウトオプション又はプットのOTMノックアウトオプションである場合には、式(10)で計算されるコールのデジタルタッチオプションのプレミアムをGap到達率Rとする。

【0053】一方、プットのデジタルタッチオプションは、行使期日前に行使価格以下になるとリベートZを受取ることができるというものであるから、リベートZが「1」であるオプションのプレミアムは、スポットレートが行使価格以下になる可能性を表す。そして、プットのリバースノックアウトオプション又はコールのOTMノックアウトオプションは、スポットレートがノックアウト価格以下になるとオプションが消滅する。そこで、評価対象オプションがプットのリバースノックアウトオプション又はコールのOTMノックアウトオプションである場合には、式(11)で計算されるプットのデジタルタッチオプションをGap到達率Rとする。

【0054】なお、式(10)、(11)によるデジタルタッチオプションのプレミアム計算にあたっては、オプション締結日からオプション行使期日までの期間t及びスポット受渡日からオプション受渡日までの期間Tとして、評価対象オプションと等しい値を用いるものとする。

【0055】図6に示すフローチャートのステップ122では、こうして計算されたGap到達率Rを用いて、 $\zeta = \zeta \cdot (1 - R)$ により補正值ζを修正し、続くステップ114において、GKモデルのフレームワークに基づいて計算したプレミアムP<sub>0</sub>に当該修正後の補正值ζを加算した値を評価対象オプションのプレミアム評価値として計算する。すなわち、本実施形態では、上記補正值ζと共に、第2

の補正值である $G_a p$  到達率 $R$ を用いてプレミアム $P_0$ を補正していることになる。

【0056】図8は、リバースノックアウト及びOTMノックアウトオプションについて、スポットレートがノックアウト価格近傍である場合についての計算例を示す。具体的には、ノックアウト価格が111.5及び113.5のオプションについてスポットレートが112.5の場合の例を示している。図8では、左欄から順に、ノックアウト価格、行使期日までの残存期間(月数)、行使価格、オプションタイプ(リバースノックアウトオプションrko又はOTMノックアウトオプションk0)、プット/コールの別、本実施形態によるプレミアム計算値、上記第1実施形態によるプレミアム計算値、市場で提示されたプレミアムの買い注文値、市場で提示されたプレミアムの売り注文値、プレミアムの従前計算値、プレミアムの売り/買いの市場平均値、各計算値についての市場平均値との乖離幅、各乖離幅の市場平均値に対する百分率(乖離率)、各計算値についてのオフマーケット値を示している。なお、オフマーケット値は、計算値が市場でのプレミアムの買い注文値と売り注文値の間にあれば0、両者の間から外れていればその外れ幅のマーケット平均値に対する百分率となるように定義された値である。

【0057】図8では、各計算値の乖離幅、乖離率、及びオフマーケット値についての平均値も示している。この平均値からわかるように、本実施形態での計算値については、上記第1実施形態での計算値及び従前計算値の何れよりも乖離幅、乖離率及びオフマーケット値が小さくなっている。スポットレートがノックアウト価格に近い場合にも市場実勢値によく近似したプレミアム評価値が得られていることがわかる。

【0058】なお、上記の説明では、評価対象オプションがリバースノックアウトオプション又はOTMノックアウトオプションである場合について説明したが、本実施形態の計算手法は、ノックインなどその他各種のバリア系オプションに適用が可能である。

#### 【0059】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、通貨オプション市場から容易に入手できるプレインオプ\*

\* ションのボラティリティを用いて、アウトオブザマネーのプレインオプションやリバースノックアウトオプション等のプレミアムについても、従来のATMフラットボラティリティのみをGKモデルのフレームワークに適用した方法では適正に評価することが困難であった、市場値によく近似した適正な値を計算することができる。

【0060】また、バリア系オプションについて、スポットレートがバリアポイントへ到達する可能性を考慮することで、スポットレートがバリアポイントに近い場合にも、オプション消滅の可能性を反映した、市場実勢値に近似したプレミアムの値を求めるができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】25デルタプット・プレインオプションを説明するための図である。

【図2】25デルタコール・プレインオプションを説明するための図である。

【図3】本発明の一実施形態によるプレミアム計算システムの構成図である。

【図4】本実施形態のプレミアム計算システムにおいて実行される処理を表すフローチャートである。

【図5】本実施形態のプレミアム計算システムによるプレミアムの計算結果を従来手法による計算結果と対比して示す図である。

【図6】本発明の第2の実施形態において実行される処理を表すフローチャートである。

【図7】デジタルタッチオプションを説明するための図である。

【図8】本実施形態におけるプレミアムの計算結果を、上記第1の実施形態及び従来手法による計算結果と対比して示す図である。

#### 【符号の説明】

10 中央処理装置

12 メモリ

14 ハードディスク装置

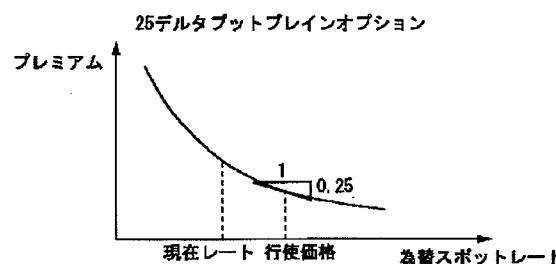
15 記録媒体

18 入力装置

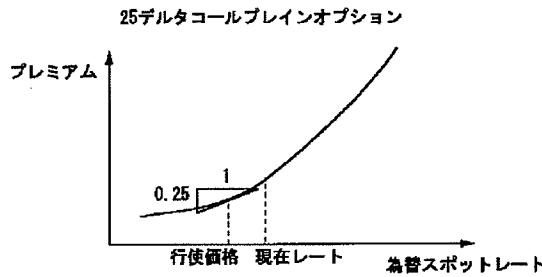
20 ディスプレイ装置

22 プリンタ

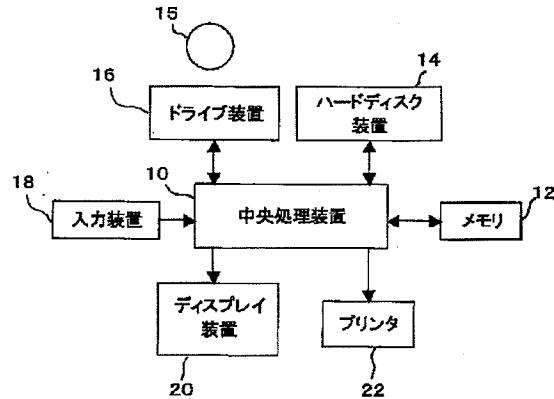
【図1】



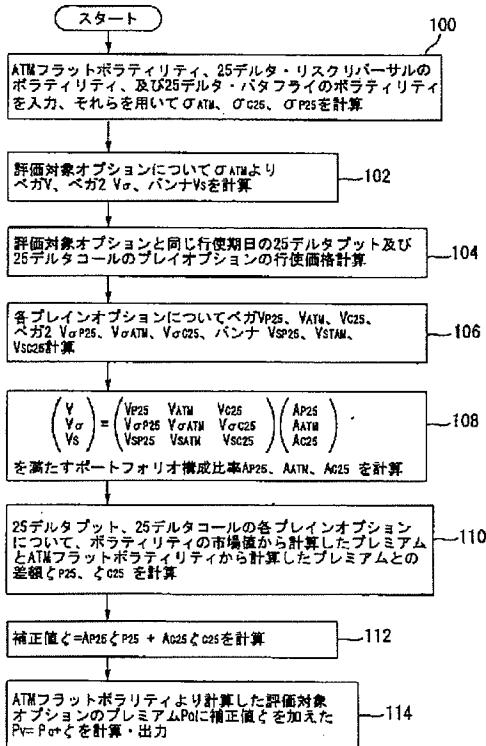
【図2】



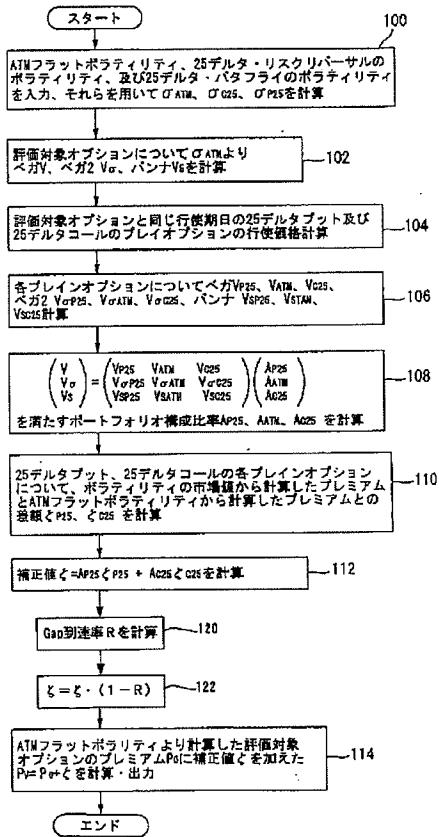
【図3】



【図4】



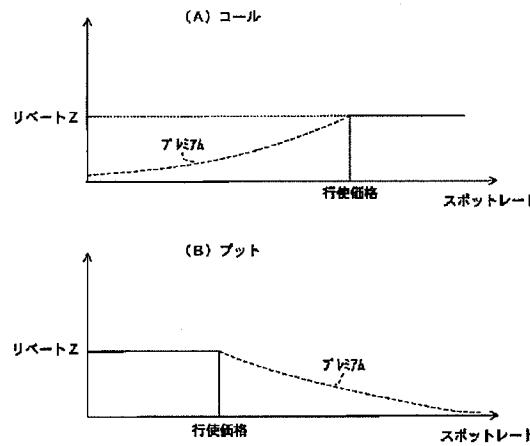
【図6】



【図5】

番号	締結日	ノックアウト価格	行使期日	取引金額	行使価格	本システム		買い注文價	売り注文價	終前計算値	市場平均値	終前計算値-市場平均値	本システム計算値-市場平均値
						システム 買い 計算値	システム 売り 計算値						
ブロック1	1	13-Apr-00	101.00	18-Jun-00	30	110.00	1.620	1.350	1.500	1.2	1.425	-0.225	0.195
	2	9-May-00	92.50	6-Nov-00	50	102.50	0.585	0.620	0.660	0.835	0.64	0.195	-0.055
	3	8-May-00	119.00	1-Aug-00	30	103.00	0.936	0.790	0.840	0.835	0.815	0.020	0.120
	4	8-May-00	95.00	7-Nov-00	50	105.00	1.000	0.910	0.960	0.9	0.945	-0.045	0.055
	5	8-May-00	92.00	11-Jan-01	60	105.00	1.320	1.420	1.470	1.69	1.445	0.245	-0.125
	6	20-Apr-00	82.00	20-Apr-01	50	97.00	1.365	1.420	1.550	1.705	1.465	0.220	-0.120
コールオプション	7	8-May-00	111.10	1-Jun-00	100	105.50	0.740	0.770	0.790	0.61	0.78	-0.170	-0.040
	8	10-Apr-00	108.50	25-Apr-00	30	104.00	0.760	0.670	0.820	0.59	0.745	-0.155	0.015
	9	8-May-00	113.20	25-Jun-00	30	105.00	1.255	1.200	1.250	0.975	1.225	-0.250	0.030
	10	28-Apr-00	111.10	1-Jul-00	25	105.50	0.745	0.660	0.700	0.555	0.68	-0.125	0.065
	11	6-Apr-00	110.00	8-May-00	50	105.00	0.510	0.480	0.630	0.39	0.555	-0.165	-0.046
	12	20-Apr-00	111.25	22-Jun-00	50	103.00	1.170	1.050	1.150	0.875	1.1	-0.225	0.070
	13	5-Apr-00	112.50	2-May-00	50	106.50	0.480	0.480	0.500	0.45	0.49	-0.040	-0.010
	14	5-Apr-00	126.00	5-Apr-01	50	113.00	0.240	0.280	0.300	0.275	0.29	-0.015	-0.050
	15	9-May-00	113.20	25-Jun-00	25	106.50	1.215	1.120	1.180	0.93	1.15	-0.220	0.065

【図7】



【図8】

ノックアウト価格	残存期間	行使価格	タイプ/コール	本実施形態 計算値	第1実施形態 計算値	買い注文値	売り注文値	乖離幅			乖離率			オフセット履歴				
								市場平均値	本実施形態	第1実施形態	提前計算値	本実施形態	第1実施形態	提前計算値	本実施形態	第1実施形態	提前計算値	
111.5	1	122.5	iko ジット	1.120	1.180	1.170	1.320	1.245	0.125	0.085	0.125	10.04	5.22	10.04	4.010	0.000	4.016	
111.5	6	122.5	iko ジット	0.130	0.290	0.140	0.290	0.120	0.215	0.085	0.075	0.095	39.53	34.88	44.19	4.651	0.000	9.302
113.5	1	102.5	iko ジット	1.800	2.030	1.720	1.870	1.460	0.195	0.235	0.235	10.86	13.08	18.66	6.885	8.914	14.435	
113.5	6	102.5	iko ジット	0.160	0.160	0.130	0.230	0.185	0.205	0.045	0.020	0.020	12.20	21.95	9.76	0.000	0.000	0.000
113.5	1	110.5	ko ジット	0.440	0.440	0.410	0.460	0.450	0.435	0.065	0.025	0.015	1.15	5.75	3.45	0.000	0.000	0.000
113.5	6	110.5	ko ジット	1.080	1.085	1.040	1.090	1.080	1.085	0.015	0.000	0.015	1.41	0.90	1.41	0.000	0.000	0.000
111.5	1	114.5	ko ジット	0.280	0.270	0.280	0.320	0.280	0.285	0.015	0.015	0.015	5.08	5.08	5.08	0.000	0.000	0.000
111.5	6	114.5	ko ジット	0.380	0.265	0.345	0.395	0.370	0.370	0.010	0.165	0.000	2.70	44.59	0.00	0.000	37.838	0.000
平均値								0.089	0.078	0.078	10.372	10.322	11.573	1.919	5.044	3.475		

(54) 【発明の名称】 通貨オプションのプレミアム計算方法、通貨オプションのプレミアム計算システム、通貨オプションのプレミアムをコンピュータに計算させるためのプログラム、このプログラムを記録した記録媒体

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-230304  
(43)Date of publication of application : 16.08.2002

(51)Int.Cl. G06F 17/60  
G06F 17/10  
G06F 17/13

(21)Application number : 2001-195245 (71)Applicant : BANK OF TOKYO-MITSUBISHI LTD  
(22)Date of filing : 27.06.2001 (72)Inventor : MIZUIDE TAMAKI  
TANAKA HISAMITSU

(30)Priority  
Priority number : 2000367606 Priority date : 01.12.2000 Priority country : JP

## (54) METHOD AND SYSTEM FOR COMPUTING PREMIUM OF CURRENCY OPTION, PROGRAM MAKING COMPUTER COMPUTE PREMIUM OF CURRENCY OPTION, AND RECORDING MEDIUM WITH PROGRAM RECORDED THEREON

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To compute the value of a premium very close to a market value as to a currency option that it has been difficult for a framework of a conventional GK model to properly evaluate the premium with.

SOLUTION: Vega, Vega 2, and a vanner are computed (S102, S106) from ATM flat volatility  $\sigma_{ATM}$  as to an object option to be evaluated and three kinds of play options and a portfolio constitution rate is computed (S108) so that the Vega, Vega 2, and vanner of the portfolio obtained by combining the object option to be evaluated and the three kinds of play options match one another. As for each play option, the difference between the premium computed from  $\sigma_{ATM}$  and the premium computed from a volatility market value is computed (S110) and the premium of the object option to be evaluated which is computed from  $\sigma_{ATM}$  is corrected with the sum of the difference amount weighted by the constitution ratio.

